中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）44(3)：335～343（1995）

果樹樹型整修機械田間試驗及改良[1]

陸龍虎　梁連勝　鄧永興[2]

摘要：配合亞熱帶果樹如荔枝等之密植栽培，利用機械修剪以矮化果樹，便於採收與管理之構想，設計截頂角錐型整修機。整修機經數度田間試驗與改良後，目前已研製完成；其機長316公分（作業時250公分），寬120公分（作業時405公分），高201公分，動力源爲16HP/2,200rpm 柴油引擎，行走部爲四輪驅動、四輪轉向，行駛速度1.0～15公里／小時，最小轉彎半徑 2 公尺，車身最低離地距離13公分。側整枝刀組及三層水平整枝刀組均裝於同一機架上，並以同一樞軸爲迴轉驅動中心；機體左右兩側各有整枝機構一組，分別以一支油壓缸控制剪切刀之展開與收縮，操作簡便。剪切刀爲往復式三角鋸齒刃，齒刃距50公厘，往復切割每分鐘300次左右，作業時行駛速度低於0.3m/s 爲宜。果樹栽培行距小於3.3公尺者，每一行程可同時進行兩側修剪作業。栽培行距超過3.3公尺以上者，則以採用單側修剪作業之效果較理想。本機經田間實際作業與調查顯示，荔枝經機械修剪後平均樹高爲180公分，生長至採收時平均樹高則爲235公分，除可獲得矮化樹型之預期目標外，若能配合相關之栽培管理技術，修整作業則不影響荔枝之生長、開花與結果。

關鍵詞：果樹、樹型、整修機械。

荔枝、龍眼、芒果及棗子等爲本省主要亞熱帶果樹，栽培面積達47,000多公頃，其分佈因稻田轉作而由緩坡逐漸向平地延伸，深具發展潛力；唯其栽培方式，泰半仍沿用傳統粗放之栽培方式，自然形成圓弧、冠狀、高大的樹型，造成通風不良、易滋生病蟲害、管理不便及截光（日照）不良、影響產品品質、產量與採收不便等缺點；並導致修剪、採收、病蟲害防治之成本偏高[6]。因此將荔枝、龍眼等可強剪處理之果樹，以機械取代人工作業（人工修剪每公頃須120—200工時），進行修剪使樹型矮化之管理作業，將爲未來必然之趨勢。有鑑於此，勢需研發果樹整修機械，進行機械化之栽培管理，以紓解農村勞力缺乏、老化及工資高漲等問題。

材料與方法

一、供試材料：果樹樹型整修試驗機、水稻聯合收穫機用之割刀（刃）、油壓組件、五金零件、鐵材、玉荷包荔枝（密植行株距：3m×3m）。

二、試驗地點：本所工廠及鳳山分所、大寮、二林等地之玉荷包荔枝園。

三、試驗處理方法及設計：

針對果樹樹型整修試驗機予以通盤探討與試驗改良，計包含引擎馬力、行走速度與刀具修剪速度之配合、確立整枝機構之動力傳動系統、整枝機構之簡化及其他相關組件等，以建立更紮實、完整的實用技術。並重複進行田間試驗與相關之機械性能測試及機械修剪後荔枝生長、開花、結果之調查。

---

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1803 號。
2. 本所農業工程系助理、研究員兼系主任、鳳山分所副研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

結　　果

本機經數度田間試驗與改良後如圖 1 所示，整枝修剪機構在存放狀態下，全機規格長316公分，高201公分，寬120公分，田間作業時（整枝機構展開時）長250公分，高201公分，寬405公分，如圖 2 所示；包括動力部、變速箱、行走部、轉向裝置、制動裝置、主離合器、整枝機構及其機構之動力傳動系統和伸縮控制裝置與其相關配備。

一、本機主體機構

以永三源牌 YSY-301型自走式噴霧車原有之變速箱、行走部、轉向裝置、制動裝置、主離合器爲本機之主機體。其規格型式如下：

1. 動力部：使用振裕牌 CY160（R）-16Hp/2,200rpm，四行程水冷式柴油引擎（手搖及電動啓動兩用）。
2. 行走部：四輪驅動，前、後輪規格爲21×9－10，前後輪之輪距／軸距（cm）爲98／106，變速方式爲手排檔式，前進六檔、後退二檔，行走速度1.0～15公里／小時，最小轉彎半徑約2.0m，底盤最低離地距離13公分。
3. 轉向裝置：圓形方向盤（四輪轉向）。
4. 制動裝置：脚剎車；四輪（油壓）內張式。手剎車爲機械式。
5. 主離合器：乾式單片離合器。

二、整枝機構及相關配備

1. 側整枝與三層水平整枝機架：

　　將原整枝籬型機[4,5]前後、左右兩側之側整枝及三層水平整枝機架共四組機架簡化爲機體左右兩側各壹組，即將側整枝刀座及三層（間隔60公分）水平整枝刀座均焊製於同一機架（50×50 mm 方型管）上，並以同一樞軸迴轉驅動，機體左右兩側各壹組，並各以一支油壓缸控制伸縮，如圖 3 所示，與原整枝籬型機[4,5]比較，機構經簡化後操作更爲簡便。

圖 1.　果樹樹型整修機（整枝機構後縮時）

Fig. 1. The Orchard Pruning Machine with contracted knives (Front View)

圖 2. 果樹樹型整修機（整枝機構展開時）
Fig. 2. The Orchard Pruning Machine with extended knives (Front View)

圖 3. 側整枝與三層水平整枝機構之位置
Fig. 3. Side View of the Pruning Mechine

2. 刀 具：

剪切刀爲往復式，尺寸、形狀沿用水稻聯合收穫機用之50mm 標準割刃[7]（三角鋸齒刃），齒刃有效高50mm，齒刃距50mm。三層水平整枝切刀組之上層剪切刀離地高185公分，其長度由85公分修改爲105公分由承刀21片，切刀20片組成，中層切刀組離地高130公分，其長度由65公分修改爲50公分由承刀10片，切刀 9 片組成，下層刀組離地高70公分，其長度由85公分修改爲55公分由承刀11片，切刀10片組成，並裝有剪切刀安全護套（蓋）。

3. 剪切刀驅動裝置：

剪切刀驅動裝置採用（偏心式）曲柄連桿搖臂傳動裝置，曲柄軸動力來自整枝機構之動力傳動系統。活動刃[3]（剪切刀）每分鐘往復切割約300次左右，切刀之行程爲50公厘。

4. 整枝機構之展開、收縮控制裝置：

將原來四組（前、後、左、右）側整枝及三層水平整枝機構之伸縮控制裝置簡化爲左、右各一組，並以 FUR NAN（福南）牌 HVP-FAI-L5R 定量輪葉式邦浦，最高使用壓力70kgf/cm，每轉排油量約4.25cc，容許轉速900～1,800rpm，本機使用1,254rpm（引擎轉速2,200時）。配合四口三位彈簧回位之手動方向控制閥（二組），利用 YU SHUN 牌 CA ϕ50×200油壓缸（桿徑20mm）左、右各 1 支構成控制系統，及容量10公升油箱壹只。

5. 整枝機構之動力傳動系統：

整枝機構之動力採機械式傳動，動力（16HP/2,200rpm）由引擎軸上之三吋 B 型雙槽皮帶輪，藉由 B 型三角皮帶（長32吋）將動力傳至減速齒輪箱（減速比 1 ：3.9）入力軸上之六吋 B 型雙槽皮帶輪上，並由減速齒輪箱之左右兩出力軸上的傘形齒輪組（31齒驅動22齒）驅動從動傘形齒輪軸上方之曲柄盤，距盤心25mm 處裝接連桿，再經由搖臂軸（35mm）、搖臂與連桿推動刀具，形成往復運動。

三、田間作業試驗

整修機經數度改良後，前往鳳山分所、高雄縣大寮及彰化縣二林等地之玉荷包荔枝果園進行田間整枝修剪作業試驗，作業時行走速度0.3m/s 以下，剪切刀之動力採傳統機械式，每分鐘往復切割300次左右，最大可修剪枝條直徑爲28mm。果樹栽培行距小於3.3公尺者，每一行程可兩側同時進行修剪作業如圖 4 （行距 3 m）所示，經田間實際測試，其工作能力約 5 小時／公頃（含枕地轉彎時間42分／公頃）。栽培行距超過3.3公尺以上者，則採單側作業方式進行如圖 5 （行距3.65m）所示，其工作能力約 8 小時／公頃（含枕地轉彎時間66分／公頃）。於每年六月底，荔枝樹經以本機修剪後平均樹高爲180公分如圖 6 所示，至採收時之平均樹高爲235公分如圖 9 所示 ，可獲得矮化樹型之預期目標。

四、機械修剪後果樹之生育調查與田間管理

利用本機進行玉荷包荔枝之樹型整修作業，係於每年六月底完成田間修剪工作，荔枝經機械修剪 7 天後開始萌芽（第一次梢），第二次梢於八月中抽出、第三次梢於九月底發生，每次梢之間隔約40至45天，於第三次梢成熟後可達理想之樹冠。十月底（第三次梢成熟後）進行部分環刻處理（全園平均選取 5 ％之植株使用環刻刀環刻寬度0.3至0.4公分）以抑制營養生長，十一月中進行生長素處理（1,500倍益收）以抑制晚梢，十一月底進行全部植株之環刻處理（授粉樹之植株除外）。二月一日至七日授粉樹萌芽（花芽形成），二月中旬開始抽穗至三月全部陸續抽穗，三月中旬小花開放，四月中旬開始結果，未環刻或益收處理之植株（或條梢）則繼續營養生長並隔年開花。機械修剪可充分矮化樹型，有助光線之截取，配合相關之栽培管理技術無礙荔枝之生長、開花及結果。其生長情形如圖 7 所示，開花及結果分別如圖 8 及 9 所示。

圖 4. 四年生荔枝進行雙側修剪之情況（行距 3 m）
Fig. 4. The Machine is used to prune two sides of four-year-old Litchi Trees.

圖 5. 八年生荔枝進行單側修剪之情況（行距3.65m）
Fig. 5. One side of eight-year-old Litchi Trees is being pruned by the Machine.

圖 6. 八年生荔枝經機械修剪後樹高之情況

Fig. 6. The Sight of eight-year-old Litchi Trees after being pruned.

圖 7. 荔枝經機械修剪後七個月之生長情況

Fig. 7. Growing status of Litchi Trees 7 months after pruned.

圖 8. 荔枝經機械修剪後九個月之開花情況
Fig. 8. Blooming status of Litchi Trees 9 months after pruned.

圖 9. 荔枝經機械修剪後354天之結果情況
Fig. 9. Fruiting status of Litchi Trees 354 days after pruned.

討　論

為配合荔枝等可強剪處理之亞熱帶果樹密植矮化栽培，利用機械修剪矮化果樹，以便於採收與管理之構想，所研發之截頂角錐型整修機，經數度田間試驗與改良後，其機械性能已符合要求並獲正面成果。本機採用四輪驅動、四輪轉向，行走速度1.0公里／小時～15公里／小時，轉彎半徑約 2 公尺，機長316公分、高201公分、寬120公分（作業時405公分）；相較於國外之高架式整修機械之研究[8]，具有機體小、田間枕地轉彎靈活、方便之優點。經田間實際作業顯示，在果樹枝條直徑28mm 以下者均可進行作業，充分發揮本機之功能。本機搭載13～16HP 馬力之引擎，刀具為水稻聯合收穫機用之三角鋸齒刃[2,7]每分鐘往復切割300次左右，作業時行駛速度以低於0.3m/s 為宜。整枝機構之動力傳動系統採用傳統機械式動力機構，與油壓驅動式[5,8]比較，可因應田間實際作業時突發之高負荷需求。

本機之整枝機構經簡化後更趨簡便並可於作業時以樞軸為中心，進行作業位置之必要迴轉調整。配合田間行距之變化，果樹栽培行距小於3.3公尺者，可採兩側同時修剪之作業，栽培行距超過3.3公尺以上者，為顧慮作業精度以採單側作業進行修剪較理想，因此可提供更具彈性之作業空間。每公頃機械修剪五～八工時以內可完成，人工修剪則每公頃需120～200工時，經矮化後之樹型可減少噴藥工時及施藥量，並大幅降低收穫費用，有效紓解農村勞力缺乏及工資高漲等問題。對以 3 公尺× 3 公尺或3.65公尺× 3 公尺行株距密植栽培之玉荷包荔枝進行矮化與修剪作業，除可獲得矮化樹型之預期目標（樹高經年維持在180～235cm 間）外，配合相關之栽培管理技術無礙荔枝之生長、開花及結果，對荔枝之栽培與管理作業提供正面之效益。又荔枝是經濟果樹中生產成本較低者，每公頃約16萬元；而且果實早熟，多在颱風季節前收穫，少有風險[1]，若能調節產期，改進儲運拓展外銷，並配合機械矮化、栽培管理技術，降低生產成本，預期可將因加入關貿總協對荔枝產業所產生之衝擊降至最低。一、二十年生之老果園，可視情況以人工逐年先行去頂（主幹）並預留側枝予以疏剪，俟樹高達175～180公分，再行試用本機進行機械修剪管理可達矮化之目標。

誌　謝

本研究承行政院農業委員會補助（84科技-2.7-糧-22(4)）得以完成，謹此致謝。

引用文獻

1. 黃弼臣。1980。園藝作物果樹篇。臺灣農家要覽（上册）。695頁。豐年社。臺北。
2. 黃清旺。1987。履帶式青飼收穫機之研究。農業工程學報33(2)：71。
3. 彭添松、陳勝生。1981。水稻聯合收穫機收割機構之改良研究。農業工程學報27(1)：27。
4. 陸龍虎、梁連勝等。1992。果樹樹型整修機械之研究。中華農業研究41：425—434。
5. 陸龍虎、梁連勝等。1992。果樹樹型整修機械之試驗改良。中華農業研究42：411—418。
6. 鄧永興。1990。玉荷包荔枝之栽培管理。臺灣省農業試驗所技術服務1(3)：25。
7. 江崎春雄。1970。バインダとコンバイン。148頁。農業圖書株式會社。東京。
8. Pictiaw Chen, J.J.Mehlschau, Guangxin Huang, Yoav Sarig, 1988. An Over-The-Row Machine for High-Density Dwarf-Tree Orchards. the American Society of Agricultural Engineers 4(2)：111—117.

Experiment and Improvement of the Pruning Machine for Fruit Orchard[1]

Long-Hu Lu, Lien-Sheng Liang[2] and Yong-Hsing Teng[3]

Summary

The objective of this study is to develop a machine that is suitable to dwarf subtropical fruit trees by pruning the top and the sides of the tree as a top flatted cone for easily handling. The machine has been manufactured, tested and improved. The dimensions of the machine are 316cm in length, 120cm in width and 201cm in height. It changed to 250 cmx405cmx201cm when cutters are extended out for pruning operation. The power is supplied by a diesel engine rated 16Hp at 2,200rpm. This machine has four-wheel drive and four-wheel steering chassis. The minimum steering radius is 2.0 meters. The travelling speed of the machine is between 1.0 and 15Km/hr and the clearance between the machine and the ground is 13 cm. The vertically oriented side cutter and horizontally oriented 3-step pruning cutters on either side were seated on a square pipe frame which controlled by a hydraulic cylinder that might be rocked horizontally on its axis. The two sets of such elements form the pruning mechanism. The mechanical type reciprocating cutter knife has a pitch of 50 mm with an optimum working frequency of 300 cycles/min. The best performance travelling speed is under 0.3 m/sec. When row distance of litchi trees is less than 3.3 meters, the cutters can reach both sides of the adjacent tree and trim them .If the row distance is over 3.3 meters, the machine can be used to prune only one side of the tree in one operation. The field study indicated that the averaged height of the litchi trees after pruning is 180cm, as they grew up to the time of harvesting, the averaged height is 235cm. This pruning machine can meet the demand of dwarfing litchi trees without affecting their growth,blooming and fruiting.

Key Words : Fruit tree, Pruning machine, Tree shape.

---

1. Contribution No. 1803 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Respectively, Assistant, Head and senior Engineer, Department of Agricultural Engineering, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Associate Horticulturist, Department of Tropical Horticulture, Fengshan Hor. Experiment Station, Fengshan, Kaohsung, Taiwan, ROC.